CENTRE RÉGIONAL DE LA PROPRIÉTÉ FORESTIÈRE DE BRETAGNE

TABLES DE PRODUCTION POUR L'ÉPICÉA DE SITKA EN BRETAGNE

MODE D'EMPLOI ET PRÉCAUTIONS D'UTILISATION

F. COURBET
Collaboration technique : G. PICHARD

SEPTEMBRE 86

Avant-propos

L'effort de reboisement des sylviculteurs bretons a permis de constituer plus de 16 000 hectares d'Épicéa de Sitka. Il convient maintenant de soumettre ces peuplements à la sylviculture qu'ils méritent et sans laquelle ces efforts ne trouveront pas leur juste récompense.

Comme le montre cette étude, la production de l'Épicéa de Sitka est telle dans les meilleures classes de fertilité que l'investisseur peut lui-même récolter les fruits de son travail en racourcissant les révolutions grâce à une sylviculture dynamique. C'est dans le jeune âge que l'on façonne un peuplement : même si le débouché des premières éclaircies reste peu intéressant, elles sont indispensables pour l'avenir. Il faut être optimiste : je veux voir dans les dizaines de milliers de stères déjà exploités les prémices de cette sylviculture intensive, qui devra cependant être modulée en fonction des qualités de bois recherchées.

Marc de LA CHAPELLE

1. PRÉSENTATION

Les tables de production se présentent sous forme de tableaux qui condensent en données chiffrées l'évolution probable dans le temps des peuplements forestiers, ordonnés par classe de productivité.

La productivité d'un peuplement dépend essentiellement de la fertilité du sol et du climat ; elle est indépendante de la sylviculture pratiquée dans des limites assez larges.

Les sept classes de productivité sont caractérisées par l'un ou l'autre de deux indices équivalents :
- L'accroissement moyen maximum qui varie de 12 à 30 m^3/ha/an
- La hauteur de référence en m est égale à la hauteur dominante (hauteur moyenne des 100 plus gros arbres à l'hectare) à 30 ans. Elle varie de 11.50 m à 27.20 m.

Par classe de productivité, on trouve un certain nombre de lignes qui correspondent aux différentes éclaircies pratiquées. On y trouve successivement par colonne de gauche à droite :
- L'âge A compté depuis la graine germée
- La hauteur dominante HO (en m) = hauteur moyenne des cent plus gros arbres à l'hectare.

Pour le peuplement avant éclaircie :
- La hauteur moyenne H de Lorey (en m)(1)
- Le nombre de tiges N
- Le diamètre moyen DG (en cm) pris à 1.30 m du sol (2)
- Le diamètre dominant DO (en cm) = diamètre moyen des cent plus gros arbres à l'hectare
- Le volume de l'arbre moyen VAM (en m^3)
- La surface terrière G à l'hectare (en m^2) = surface de la section transversale de tous les arbres à 1.30 m du sol
- Le volume du peuplement à l'hectare V (en m^3). Les volumes annoncés sont des volumes géométriques (proches des volumes commerciaux) tiges sur écorce bois fort (découpe 22 cm de circonférence).

Pour les éclaircies :
- La hauteur moyenne des arbres enlevés HE (en m)
- Le nombre de tiges enlevées NE
- Le volume moyen des arbres enlevés VAME (en m^3)
- La surface terrière à l'hectare des arbres enlevés GE (en m^2)
- Le volume à l'hectare des arbres enlevés VE (en m^3)
- Le pourcentage de la production totale en volume partie en éclaircies depuis l'origine
- Le type de l'éclaircie (rapport du volume de l'arbre moyen enlevé au volume de l'arbre moyen avant éclaircie = $\frac{VAME}{VAM}$). Il caractérise le type plus ou moins par le haut ou par le bas des éclaircies.

Pour le peuplement après éclaircie :
- La hauteur moyenne H' de Lorey (en m)
- Le nombre de tiges N'
- Le diamètre moyen DG' (en cm)
- Le volume de l'arbre moyen VAM' (en m^3)
- La surface terrière G' (en m^2)
- Le volume V' (en m^3)

Dans les trois dernières colonnes, on trouve :
- La production totale en m^3 cumulée du peuplement depuis l'origine (peuplement principal + somme des éclaircies antérieures) ;
- L'accroissement moyen annuel du peuplement depuis l'origine en m^3/ha/an (production totale divisée par l'âge du peuplement) ;
- L'accroissement courant annuel en m^3/ha/an (production instantanée = dérivée de la production totale par rapport à l'âge).

---

(1) H = HL = hauteur de Lorey = moyenne des hauteurs des arbres pondérées par leurs surfaces terrières. On distingue aussi :
$\overline{H}$ = moyenne arithmétique des hauteurs, et
HG = hauteur de l'arbre de surface terrière moyenne
(point correspondant à DG sur la courbe hauteur/diamètre du peuplement)
On a très généralement $\overline{H} < HG < HL$ mais avec HL très peu différent de HG

(2) DG = diamètre de l'arbre de surface terrière moyenne.

2. CONSTRUCTION

Nous avons utilisé la méthode mise au point par DECOURT et améliorée par BARTET. Les courbes d'accroissement en hauteur dominante ont été construites à partir d'analyses de tiges.

Les caractéristiques des peuplements sont issues de relations statistiques calculées à partir des mesures de 67 placettes temporaires.

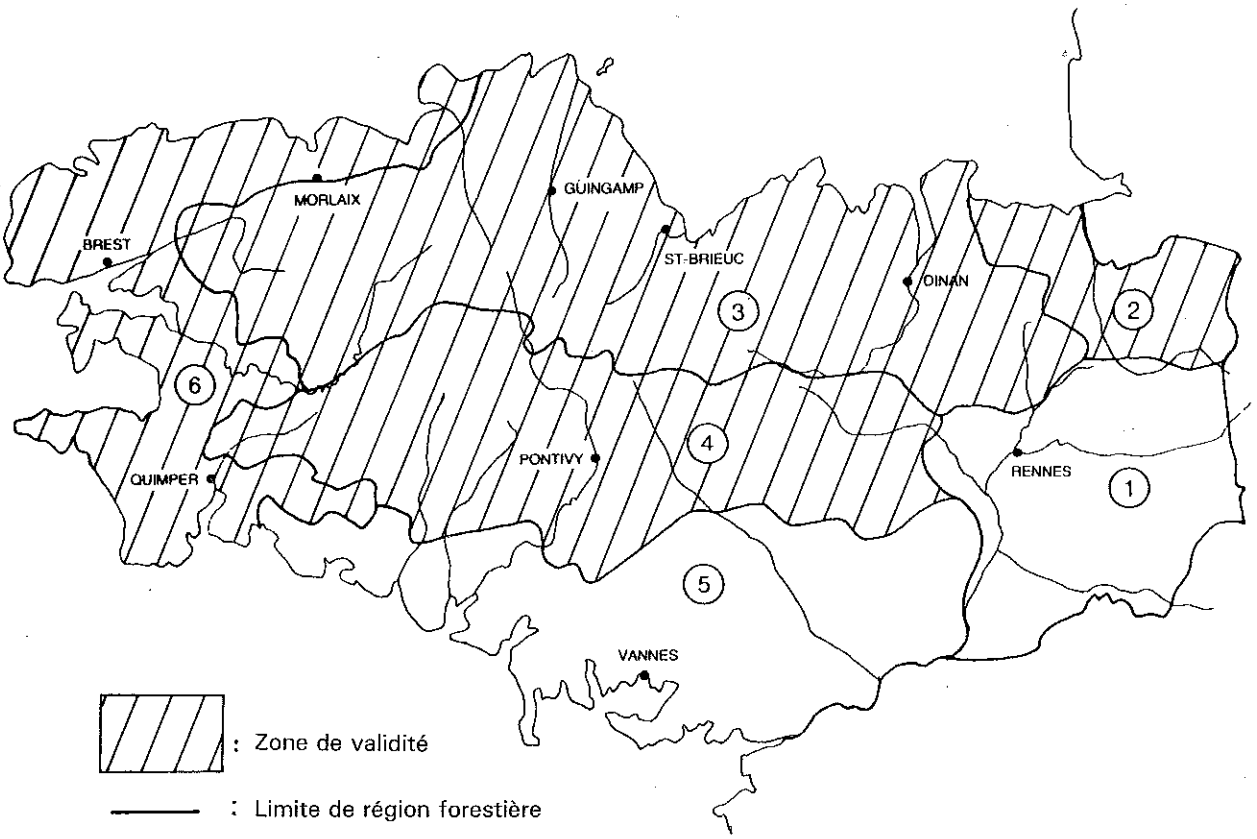
L'exploitation des résultats s'est faite à la section technique de l'Office National des Forêts à Fontainebleau.

Pour plus de renseignements sur la construction des tables, on se référera au document n° 76.9 de la Section Technique de l'O.N.F. : « Méthode utilisée pour la construction de tables de production à sylviculture variable » par BARTET et BOLLIET 1976 et à « l'Épicéa de Sitka en Bretagne : tables de production » par COURBET et PICHARD 1986 — Centre Régional de la Propriété Forestière de Bretagne.

3. DOMAINE DE VALIDITÉ

3.1 **Dans quels peuplements ?**

Ces tables ne sont valables que pour l'Épicéa de Sitka en Bretagne principalement dans les régions où il est le plus à sa place (Finistère, Côtes-du-Nord, Nord du Morbihan et de l'Ille-et-Vilaine correspondant aux régions forestières n° 2, 3, 4 et 6). Voir carte ci-dessous.



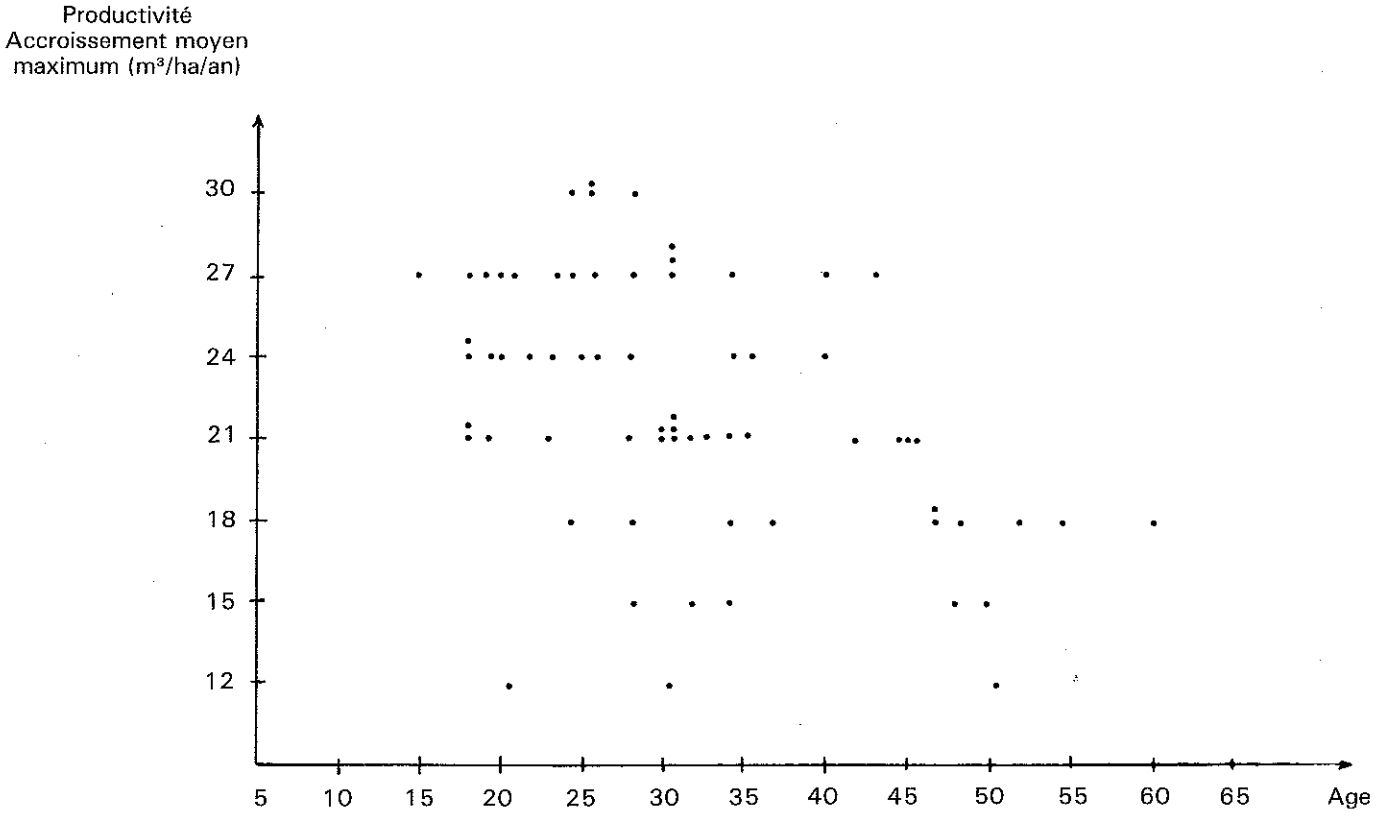
TABLES DE PRODUCTION DE L'ÉPICÉA DE SITKA EN BRETAGNE : ZONE DE VALIDITÉ

Les peuplements doivent être purs (une seule essence), équiennes (arbres de même âge) et homogènes (de même fertilité). Si ce n'est pas le cas, il faut essayer de répartir le peuplement en surfaces homogènes quant à l'âge, l'essence et la fertilité et appliquer à chaque surface la table de production correspondante.

Les productions données s'appliquent aux peuplements pleins et ne peuvent donc être étendues sans correction à l'échelle d'un massif forestier ni même d'une parcelle cadastrale qui comportent une certaine part de vides (trouées, chemins, etc.) qu'il faut estimer.

3.2 **Valeur des résultats**

Elle est d'autant moins bonne que l'on s'écarte du domaine des observations. Le domaine couvert par les placettes de production, en âge et en productivité est indiqué sur le tableau ci-dessous.



RÉPARTITION DES PLACETTES SELON L'ÂGE ET LA PRODUCTIVITÉ

Cet échantillonnage présente quelques trous dans les âges avancés et les productivités les plus faibles. Les résultats sont donc moins fiables pour les plus vieux peuplements et les faibles productivités. De même, les courbes de croissance en hauteur dominante sont moins précises au-delà d'un certain âge, faute de s'appuyer sur des analyses de tiges réelles. Les portions de courbe relevant de l'extrapolation sont figurées en pointillés (page 10).

Toutefois, les âges limites de la table (de 43 à 64 ans selon les classes de productivité) nous semblent compatibles avec l'échantillonnage.

Peu de placettes ont suivi effectivement la sylviculture proposée qui n'est pas beaucoup pratiquée. Les chiffres des tables sont des valeurs moyennes probables autour desquelles les écarts de la réalité peuvent être importants.

Cette remarque concerne les chiffres de la hauteur moyenne, des circonférences dominante et moyenne surtout dans les faibles productivités et les âges avancés. Les chiffres de productivité totale, qui sont indépendants de la sylviculture pratiquée (entre certaines limites), sont plus fiables. Les résultats semblent assez proches des tables de production britanniques, à productivité égale.

Les valeurs présentées ne sont donc pas sûres et certaines mais les tables de production sont un outil qui présente plusieurs applications intéressantes, en gardant à l'esprit les quelques remarques qui viennent d'être évoquées.

4. MODE D'EMPLOI ET PRINCIPALES UTILISATIONS DES TABLES

4.1. Détermination de la productivité des peuplements

On entre dans une table de production par la connaissance de la hauteur dominante du peuplement et de son âge.

La hauteur dominante (HO, en m) est la hauteur moyenne des 100 plus gros arbres à l'hectare. Il suffit donc de délimiter une placette de 5 ares sur laquelle on mesure au dendromètre la hauteur totale (jusqu'au bourgeon terminal) des 5 plus gros arbres présents. Leur moyenne est la hauteur dominante.

L'âge est **le nombre d'années écoulées depuis le semis.** On ajoutera donc l'âge des plants à l'âge de la plantation. Si on dispose de la souche d'un arbre exploité dans l'année ou d'une carotte passant par le cœur d'un arbre sondé à la tarière à 0.30 m du sol, on ajoute trois ans au nombre de cernes trouvé pour tenir compte du temps nécessaire au plant pour atteindre 0.30 m.

En reportant ces données sur le graphique page 10, on détermine facilement la classe de productivité du peuplement.

Parfois, la hauteur dominante atteinte par les jeunes peuplements peut ne pas être représentative de la fertilité notamment en cas de fertilisation qui favorise la croissance en hauteur ou de la présence de végétation trop concurrente qui la freine. (C'est le cas notamment des nombreux taillis enrésinés où les plants, pendant la période de concurrence avec le taillis n'ont pas connu une croissance libre en hauteur).

Dans les jeunes plantations, il y a donc une grande variabilité de la croissance en hauteur dominante et il est préférable d'apprécier la fertilité grâce à la mesure de l'accroissement annuel des arbres dominants au-dessus d'une certaine hauteur quand la croissance est presque linéaire (6 m). Les mesures peuvent se faire à l'aide d'une perche graduée en fixant la moyenne sur trois à six verticilles. La correspondance entre la productivité et la pousse annuelle est la suivante :

Classe de productivité Accroissement moyen maximum (m^3/ha/an)	30	27	24	21	18	15	12
Croissance annuelle en hauteur dominante (m) (moyenne sur 3 à 6 verticilles au-dessus de 6 m)	1.13	1.02	0.93	0.84	0.76	0.69	0.63

Les différences sont faibles d'une classe à l'autre. On peut très facilement par cette méthode se tromper d'une ou deux classes de productivité compte tenu de l'extrême variabilité de ce caractère mesuré.

L'évolution de l'accroissement courant (production annuelle instantanée en m^3/ha/an) et de l'accroissement moyen (production moyenne annuelle depuis le semis, en m^3/ha/an) est représentée graphiquement page 15.

Le point de concours des deux courbes d'une même classe de fertilité est atteint à l'âge où l'accroissement moyen est maximum, âge choisi comme terme d'exploitabilité dans les tables.

4.2 **Modèle de sylviculture**

Les tables proposent un modèle de sylviculture. C'est un modèle idéalisé qu'il ne faut pas suivre aveuglément. Il ne représente pas la sylviculture moyenne observée qui est beaucoup plus prudente et inadaptée à cette essence à croissance rapide. Cette sylviculture propose des éclaircies plus intenses surtout dans le jeune âge car c'est dans la période où l'accroissement courant est fort que la capacité du peuplement à réagir aux éclaircies est la meilleure (cas des deux premières éclaircies).

La densité initiale est de 1 320 plants à l'hectare (densité minimale subventionnée par le Fonds Forestier National) soit un espacement de 2.75 m × 2.75 m ou plutôt 2.50 m entre les lignes et 3 m d'espacement sur la ligne, ce qui permet une première éclaircie systématique qui, en enlevant une ligne sur trois, garde encore un écartement de 5 m entre les lignes voisines du cloisonnement. Les dates d'intervention proposées tiennent compte de la hauteur dominante (la première éclaircie est réalisée entre 12 et 13 m de hauteur dominante) de façon à assurer une diminution progressive du coefficient d'espacement ($= \frac{10\,746}{Ho\sqrt{N}}$ %) pendant la vie du peuplement. Ces interventions sont fréquentes dans le jeune âge et les fortes productivités. Elles sont indispensables pour profiter de la dynamique de croissance de ces arbres et assurer l'avenir du peuplement.

Les deux premières éclaircies sont fortes, les suivantes, plus faibles et espacées, réservent un volume important pour la coupe rase définitive plus rémunératrice. Elles permettent néanmoins de mobiliser un volume suffisant par hectare pour remplir un camion grumier (30 à 40 m³).

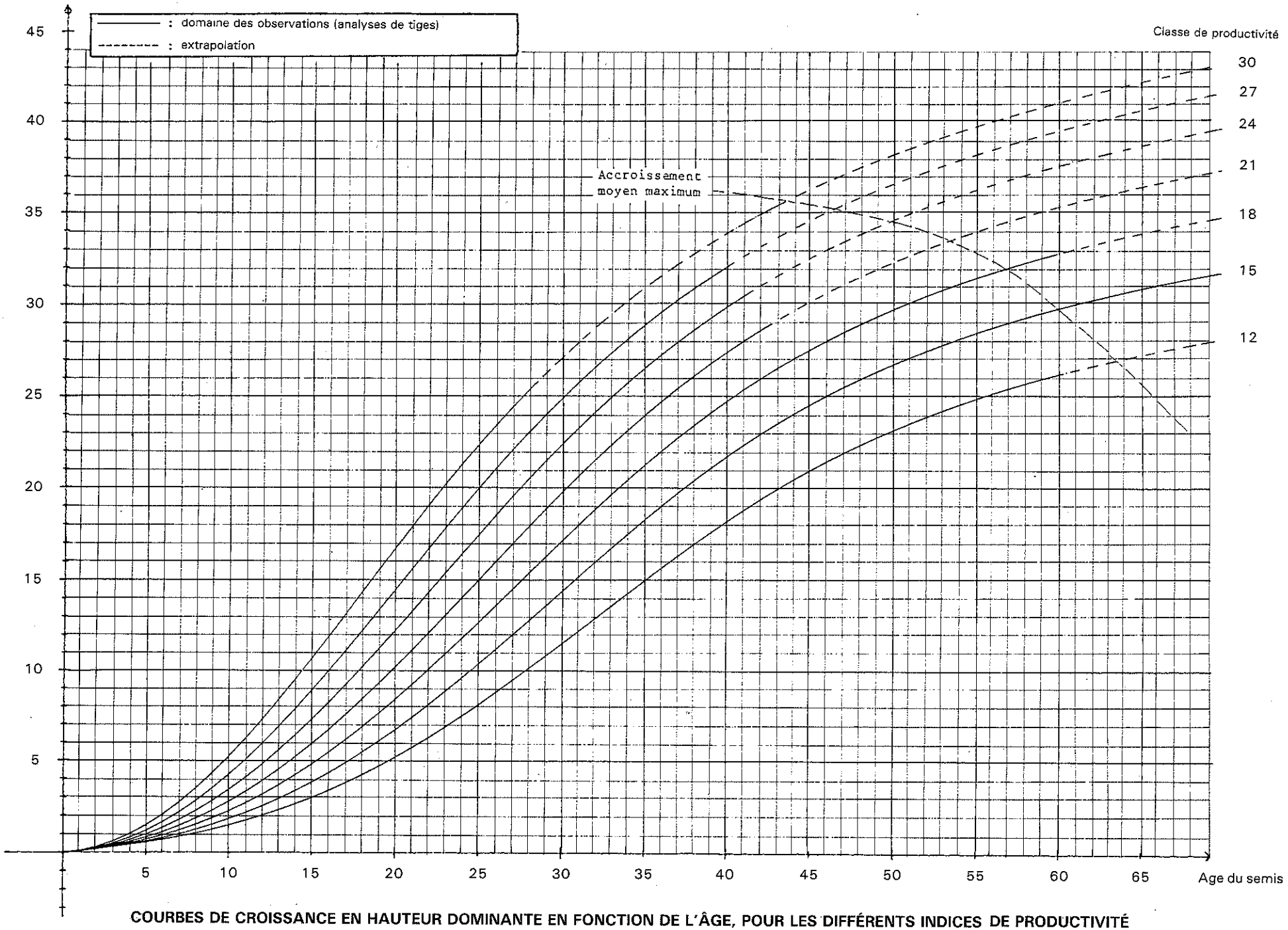
Le type des éclaircies ($\frac{VAME}{VAM}$) est de 1.00 pour la première éclaircie systématique, il passe ensuite à 0.80 puis 0.70 pour concentrer la production sur les arbres les mieux venant.

Le volume retiré est un bon guide pour contrôler les éclaircies. Il peut être estimé à l'aide du tarif de cubage individuel mis au point par le CRPF (« L'Epicéa de Sitka en Bretagne : tarifs de cubage » COURBET, PICHARD, 1986).

La sylviculture est basée sur la recherche de la meilleure rentabilité du reboisement, aussi les coupes rases sont-elles proposées aux âges d'exploitabilité absolue c'est-à-dire quand l'accroissement moyen maximum est atteint. On peut dire que c'est un âge minimum d'exploitabilité. Il peut être en effet retardé si le prix moyen des gros bois à l'unité de volume augmente au-delà de cet âge. Ce ne sera vraisemblablement pas le cas de l'Épicéa de Sitka.

Beaucoup de plantations n'ont pas suivi la sylviculture proposée (densités initiales plus importantes, premières éclaircies trop tardives). Il serait dangereux pour l'équilibre du peuplement d'essayer de se rapprocher du modèle présenté par des interventions trop brutales. Des éclaircies prudentes mais rapprochées sont conseillées dans la mesure où le peuplement a encore de bonnes capacités de réaction aux interventions surtout pendant la période d'augmentation de l'accroissement courant (voir page 15). Encore faut-il que les caractéristiques du peuplement ne soient pas trop éloignées de celles des tables. Chaque cas doit être examiné sans qu'il soit possible de donner à l'avance des règles de conduite précises et générales.

Rappelons que cette sylviculture proposée n'est pas destinée à être suivie à la lettre mais sert de point de repère pour aider le gestionnaire à prendre ses décisions. Elle reflète certaines idées sur la conduite dynamique des peuplements et ne s'appuie pas sur des bases scientifiques très solides (la sylviculture proposée n'est pratiquement pas pratiquée). Il est souhaitable que des mesures ultérieures viennent confirmer ou infirmer ces résultats.



COURBES DE CROISSANCE EN HAUTEUR DOMINANTE EN FONCTION DE L'ÂGE, POUR LES DIFFÉRENTS INDICES DE PRODUCTIVITÉ

TABLES DE PRODUCTION
ÉPICÉA DE SITKA - BRETAGNE - SYLVICULTURE PROPOSÉE

Classe de productivité : 30 **Hauteur de référence : 27.20**

AGE	HAUT. DOM.	PEUPLEMENT AVANT ÉCLAIRCIE							ÉCLAIRCIE ENLEVÉE									PEUPLEMENT APRÈS ÉCLAIRCIE						PRODUCTION		
		HAUT. MOY.	NB. TIGE	DIAM. MOY.	DIAM. DOM.	VOLUME ARBRE MOY.	SURF. TER.	VOLUME	HAUT. MOY.	NB. TIGE	DIAM. MOY.	VOLUME ARBRE MOY.	SURF. TER.	VOLUME	VOLUME CUMULÉ		TYPE VAME	HAUT. MOY.	NB. TIGE	DIAM. MOY.	VOLUME ARBRE MOY.	SURF. TER.	VOLUME	TOTALE EN VOLUME	ACCROIS. MOYEN ANNUEL	ACCROIS. COURANT ANNUEL
A	HO	H	N	DG	DO	VAM	G	V	HE	NE	DGE	VAME	GE	VE	M3	%	VAM	H'	N'	DG'	VAM'	C'	V'			
17	13.1	11.8	1 320	18	24	0.13	32.3	173	11.3	440	17	0.13	10.3	58	58	33	1.00	12.1	880	18	0.13	22.0	115	173	10.2	
20	16.8	15.4	880	22	30	0.27	34.5	238	14.7	306	20	0.22	9.6	66	124	42	0.80	15.7	574	24	0.30	24.9	171	295	14.8	40.8
23	20.4	18.8	574	29	37	0.55	38.2	313	17.6	130	26	0.44	6.9	57	180	41	0.80	19.1	444	30	0.58	31.3	257	437	19.0	47.3
26	23.6	21.9	444	35	44	0.92	43.3	407	20.4	84	31	0.73	6.5	62	242	41	0.80	22.2	360	36	0.96	36.8	345	587	22.6	50.0
30	27.4	25.6	360	42	51	1.50	50.5	541	23.9	65	38	1.20	7.3	78	320	41	0.80	25.9	295	43	1.57	43.2	463	783	26.1	49.1
34	30.5	28.6	295	49	58	2.18	54.5	643	26.0	42	41	1.53	5.6	64	384	40	0.70	28.9	253	50	2.29	49.0	579	963	28.3	44.9
38	33.1	31.0	253	54	64	2.91	58.5	737	27.3	27	46	2.04	4.5	55	439	39	0.70	31.3	226	55	3.02	54.0	682	1 121	29.5	39.5
43	35.6	33.4	226	60	69	3.75	63.5	848																1 288	29.9	33.4

Classe de productivité : 27 **Hauteur de référence : 24.70**

AGE	HAUT. DOM.	PEUPLEMENT AVANT ÉCLAIRCIE							ÉCLAIRCIE ENLEVÉE									PEUPLEMENT APRÈS ÉCLAIRCIE						PRODUCTION		
		HAUT. MOY.	NB. TIGE	DIAM. MOY.	DIAM. DOM.	VOLUME ARBRE MOY.	SURF. TER.	VOLUME	HAUT. MOY.	NB. TIGE	DIAM. MOY.	VOLUME ARBRE MOY.	SURF. TER.	VOLUME	VOLUME CUMULÉ		TYPE VAME	HAUT. MOY.	NB. TIGE	DIAM. MOY.	VOLUME ARBRE MOY.	SURF. TER.	VOLUME	TOTALE EN VOLUME	ACCROIS. MOYEN ANNUEL	ACCROIS. COURANT ANNUEL
A	HO	H	N	DG	DO	VAM	G	V	HE	NE	DGE	VAME	GE	VE	M3	%	VAM	H'	N'	DG'	VAM'	C'	V'			
18	12.1	10.9	1 320	17	23	0.11	29.3	144	10.4	440	16	0.11	9.3	48	48	33	1.00	11.1	880	17	0.11	20.0	96	144	8.0	
21	15.5	14.2	880	21	28	0.23	31.8	201	13.3	248	19	0.18	7.1	45	93	37	0.80	14.4	632	22	0.25	24.6	156	249	11.9	35.1
24	18.9	17.4	632	27	35	0.45	37.0	281	16.2	140	24	0.36	6.5	50	143	38	0.80	17.6	492	28	0.47	30.4	231	375	15.6	41.8
28	23.0	21.4	492	34	43	0.84	45.3	414	20.2	119	31	0.67	8.7	80	223	40	0.80	21.6	373	35	0.90	36.6	334	557	19.9	45.7
32	26.6	24.8	373	41	50	1.38	49.7	516	22.5	51	37	1.11	5.4	56	280	38	0.80	25.1	322	42	1.43	44.3	460	739	23.1	45.5
36	29.6	27.7	322	47	56	1.95	55.1	628	25.7	57	40	1.37	7.0	78	358	39	0.70	28.0	265	48	2.08	48.0	550	908	25.2	42.1
42	33.1	31.1	265	54	64	2.89	61.2	766	28.5	39	46	2.02	6.5	79	437	39	0.70	31.4	226	56	3.04	54.8	687	1 124	26.8	36.0
47	35.4	33.2	226	60	69	3.69	63.4	834																1 270	27.0	29.3

Classe de productivité : 24 **Hauteur de référence : 22.00**

AGE	HAUT. DOM.	PEUPLEMENT AVANT ÉCLAIRCIE							ÉCLAIRCIE ENLEVÉE									PEUPLEMENT APRÈS ÉCLAIRCIE						PRODUCTION		
		HAUT. MOY.	NB. TIGE	DIAM. MOY.	DIAM. DOM.	VOLUME ARBRE MOY.	SURF. TER.	VOLUME	HAUT. MOY.	NB. TIGE	DIAM. MOY.	VOLUME ARBRE MOY.	SURF. TER.	VOLUME	VOLUME CUMULÉ		TYPE VAME	HAUT. MOY.	NB. TIGE	DIAM. MOY.	VOLUME ARBRE MOY.	SURF. TER.	VOLUME	TOTALE EN VOLUME	ACCROIS. MOYEN ANNUEL	ACCROIS. COURANT ANNUEL
A	HO	H	N	DG	DO	VAM	G	V	HE	NE	DGE	VAME	GE	VE	M3	%	VAM	H'	N'	DG'	VAM'	C'	V'			
20	12.1	10.8	1 320	17	23	0.11	29.2	143	10.3	440	16	0.11	9.3	48	48	33	1.00	11.1	880	17	0.11	19.9	96	143	7.2	
24	16.2	14.9	880	22	29	0.26	34.2	227	14.1	282	20	0.21	8.8	58	106	39	0.80	15.1	598	23	0.28	25.5	169	275	11.4	32.9
28	20.3	18.7	598	29	37	0.55	40.2	327	17.7	150	26	0.44	8.0	66	172	40	0.80	19.0	448	30	0.58	32.2	262	433	15.5	39.6
32	23.9	22.2	448	36	44	0.96	45.5	429	20.8	94	32	0.77	7.6	72	244	41	0.80	22.5	354	37	1.01	37.9	357	601	18.8	41.9
36	27.0	25.2	354	42	51	1.47	49.5	519	22.9	50	38	1.17	5.6	59	302	40	0.80	25.5	304	43	1.51	43.9	460	763	21.2	40.4
40	29.6	27.7	304	47	57	2.00	53.6	607	24.8	39	40	1.40	4.9	55	357	39	0.70	28.0	265	48	2.09	48.6	553	910	22.7	36.8
45	32.2	30.2	265	53	62	2.68	58.6	711	27.1	33	45	1.88	5.3	62	419	39	0.70	30.5	232	54	2.80	53.4	649	1 068	23.7	31.7
50	34.3	32.2	232	58	67	3.36	61.5	781																1 200	24.0	26.3

Classe de productivité : 21 **Hauteur de référence : 19.30**

AGE	HAUT. DOM.	PEUPLEMENT AVANT ÉCLAIRCIE							ÉCLAIRCIE ENLEVÉE									PEUPLEMENT APRÈS ÉCLAIRCIE						PRODUCTION		
		HAUT. MOY.	NB. TIGE	DIAM. MOY.	DIAM. DOM.	VOLUME ARBRE MOY.	SURF. TER.	VOLUME	HAUT. MOY.	NB. TIGE	DIAM. MOY.	VOLUME ARBRE MOY.	SURF. TER.	VOLUME	VOLUME CUMULÉ		TYPE VAME	HAUT. MOY.	NB. TIGE	DIAM. MOY.	VOLUME ARBRE MOY.	SURF. TER.	VOLUME	TOTALE EN VOLUME	ACCROIS. MOYEN ANNUEL	ACCROIS. COURANT ANNUEL
A	HO	H	N	DG	DO	VAM	G	V	HE	NE	DGE	VAME	GE	VE	M3	%	VAM	H'	N'	DG'	VAM'	C'	V'			
23	12.8	11.6	1 320	17	24	0.13	31.6	165	11.1	440	17	0.13	10.0	55	55	33	1.00	11.8	880	18	0.13	21.5	110	165	7.2	
27	16.7	15.3	880	22	30	0.27	34.5	235	14.6	302	20	0.21	9.4	64	120	41	0.80	15.5	578	23	0.29	25.0	170	290	10.7	31.2
31	20.3	18.8	578	29	37	0.55	38.7	315	17.5	130	26	0.44	6.9	57	176	41	0.80	19.0	448	30	0.58	31.7	258	435	14.0	36.2
35	23.6	21.9	448	35	44	0.91	43.9	408	20.4	88	32	0.73	6.9	64	240	41	0.80	22.2	360	36	0.96	37.1	344	584	16.7	37.4
39	26.4	24.6	360	41	50	1.35	47.7	487	22.1	46	37	1.08	4.9	50	290	40	0.80	24.9	314	42	1.39	42.8	437	727	18.6	35.7
44	29.2	27.3	314	47	56	1.90	53.5	596	24.6	43	40	1.33	5.3	57	347	39	0.70	27.6	271	48	1.99	48.2	539	887	20.1	31.9
50	31.9	29.9	271	52	62	2.57	58.4	697	27.1	37	44	1.80	5.7	67	414	40	0.70	30.2	234	54	2.70	52.7	631	1 045	20.9	26.4
53	32.9	30.9	234	56	65	2.98	57.3	697																1 111	21.0	22.2

Classe de productivité : 18 **Hauteur de référence : 16.70**

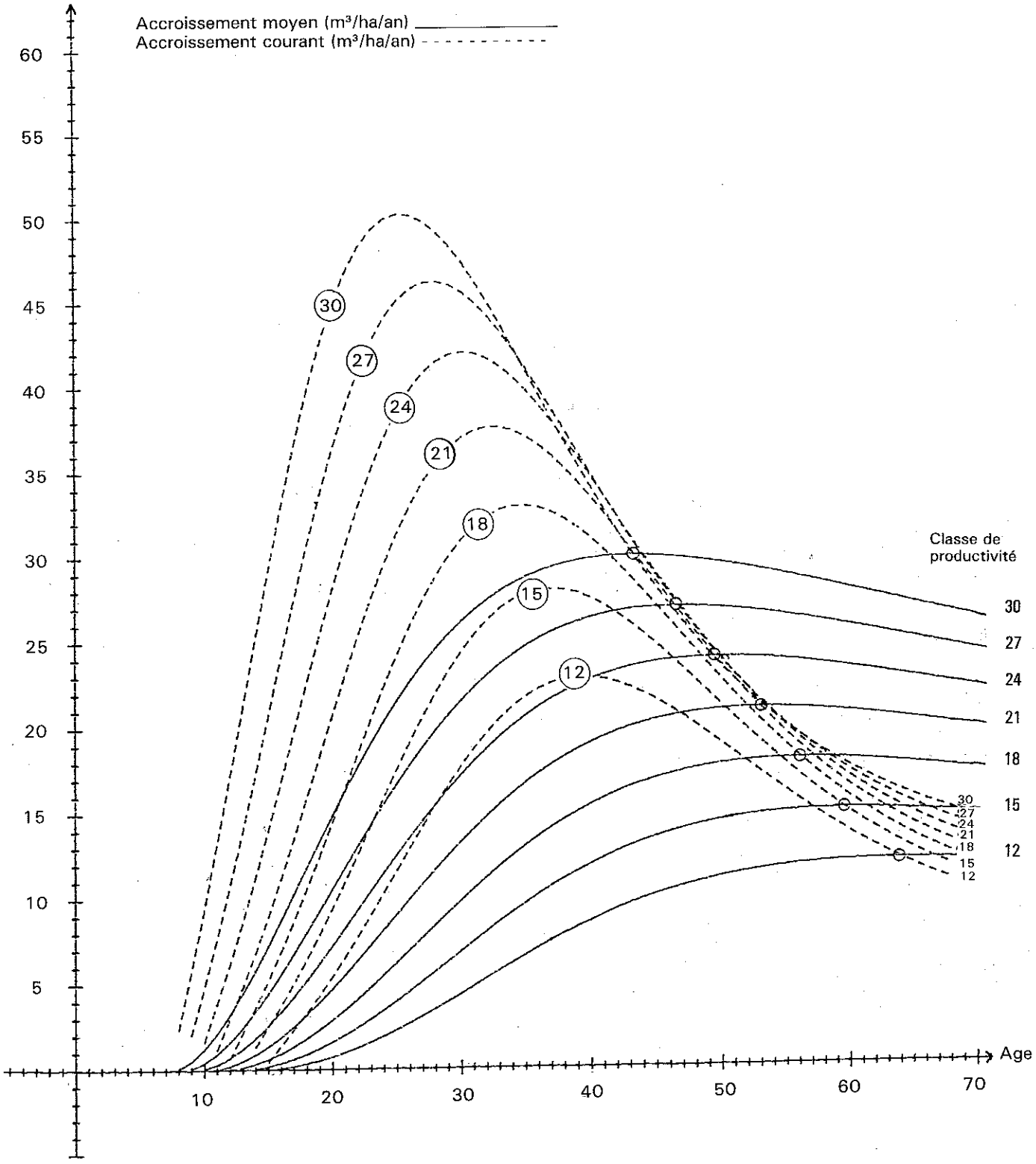
AGE	HAUT. DOM.	PEUPLEMENT AVANT ÉCLAIRCIE							ÉCLAIRCIE ENLEVÉE									PEUPLEMENT APRÈS ÉCLAIRCIE						PRODUCTION		
		HAUT. MOY.	NB. TIGE	DIAM. MOY.	DIAM. DOM.	VOLUME ARBRE MOY.	SURF. TER.	VOLUME	HAUT. MOY.	NB. TIGE	DIAM. MOY.	VOLUME ARBRE MOY.	SURF. TER.	VOLUME	VOLUME CUMULÉ		TYPE VAME	HAUT. MOY.	NB. TIGE	DIAM. MOY.	VOLUME ARBRE MOY.	SURF. TER.	VOLUME	TOTALE EN VOLUME	ACCROIS. MOYEN ANNUEL	ACCROIS. COURANT ANNUEL
A	HO	H	N	DG	DO	VAM	G	V	HE	NE	DGE	VAME	GE	VE	M3	%	VAM	H'	N'	DG'	VAM'	C'	V'			
25	12.5	11.2	1 320	17	23	0.12	30.5	155	10.7	440	17	0.12	9.7	52	52	33	1.00	11.5	880	17	0.12	20.8	103	155	6.2	
29	15.9	14.6	880	22	29	0.24	32.7	213	13.8	268	19	0.19	7.9	52	103	39	0.80	14.8	612	23	0.26	24.8	161	264	9.1	27.4
34	20.1	18.5	612	29	37	0.52	39.8	321	17.5	156	26	0.42	8.1	65	169	40	0.80	18.8	456	30	0.56	31.7	255	424	12.5	31.9
39	23.6	21.9	456	35	44	0.92	45.0	418	20.6	96	32	0.73	7.6	70	239	41	0.80	22.2	360	36	0.97	37.5	348	587	15.1	32.6
44	26.5	24.7	360	41	50	1.38	48.6	497	22.3	48	37	1.10	5.2	53	292	40	0.80	25.0	312	42	1.42	43.4	444	736	16.7	29.9
50	29.2	27.3	312	47	56	1.91	53.7	596	24.5	41	40	1.34	5.1	55	347	39	0.70	27.6	271	48	2.00	48.6	541	888	17.8	25.2
56	31.3	29.3	271	52	60	2.44	56.8	662																1 009	18.0	20.3

Classe de productivité : 15 **Hauteur de référence : 14.10**

AGE	HAUT. DOM.	PEUPLEMENT AVANT ÉCLAIRCIE							ÉCLAIRCIE ENLEVÉE									PEUPLEMENT APRÈS ÉCLAIRCIE						PRODUCTION		
		HAUT. MOY.	NB. TIGE	DIAM. MOY.	DIAM. DOM.	VOLUME ARBRE MOY.	SURF. TER.	VOLUME	HAUT. MOY.	NB. TIGE	DIAM. MOY.	VOLUME ARBRE MOY.	SURF. TER.	VOLUME	VOLUME CUMULÉ		TYPE VAME	HAUT. MOY.	NB. TIGE	DIAM. MOY.	VOLUME ARBRE MOY.	SURF. TER.	VOLUME	TOTALE EN VOLUME	ACCROIS. MOYEN ANNUEL	ACCROIS. COURANT ANNUEL
A	HO	H	N	DG	DO	VAM	G	V	HE	NE	DGE	VAME	GE	VE	M3	%	VAM	H'	N'	DG'	VAM'	C'	V'			
28	12 6	11.4	1 320	17	23	0.12	30.9	159	10.9	440	17	0.12	9.8	53	53	33	1.00	11.6	880	17	0.12	21.1	106	159	5.7	
33	16.5	15.1	880	22	30	0.26	34.2	230	14.4	293	20	0.21	9.1	61	114	40	0.80	15.3	587	23	0.29	25.2	169	283	8.6	24.9
39	20.7	19.1	587	30	38	0.57	40.7	336	18.1	152	27	0.46	8.4	70	184	41	0.80	19.4	435	31	0.61	32.3	267	450	11.6	27.9
45	24.1	22.4	435	36	45	0.98	45.2	426	20.9	86	32	0.78	7.1	67	251	41	0.80	22.7	349	37	1.03	38.1	358	610	13.5	26.5
52	27.1	25.2	349	43	51	1.47	49.6	514	22.6	47	36	1.03	4.8	48	300	39	0.70	25.5	302	43	1.54	44.8	465	765	14.7	22.2
60	29.5	27.6	302	48	56	1.99	54.4	602																902	15.0	17.1

Classe de productivité : 12 **Hauteur de référence : 11.50**

AGE	HAUT. DOM.	PEUPLEMENT AVANT ÉCLAIRCIE							ÉCLAIRCIE ENLEVÉE									PEUPLEMENT APRÈS ÉCLAIRCIE						PRODUCTION		
		HAUT. MOY.	NB. TIGE	DIAM. MOY.	DIAM. DOM.	VOLUME ARBRE MOY.	SURF. TER.	VOLUME	HAUT. MOY.	NB. TIGE	DIAM. MOY.	VOLUME ARBRE MOY.	SURF. TER.	VOLUME	VOLUME CUMULÉ		TYPE VAME	HAUT. MOY.	NB. TIGE	DIAM. MOY.	VOLUME ARBRE MOY.	SURF. TER.	VOLUME	TOTALE EN VOLUME	ACCROIS. MOYEN ANNUEL	ACCROIS. COURANT ANNUEL
A	HO	H	N	DG	DO	VAM	G	V	HE	NE	DGE	VAME	GE	VE	M3	%	VAM	H'	N'	DG'	VAM'	C'	V'			
32	12.9	11.7	1 320	18	24	0.13	31.9	168	11.2	440	17	0.13	10.1	56	56	33	1.00	11.9	880	18	0.13	21.7	112	168	5.2	
37	16.2	14.9	880	22	29	0.25	33.0	219	14.1	282	20	0.20	8.4	56	112	41	0.80	15.1	598	23	0.27	24.6	163	275	7.4	21.4
44	20.3	18.7	598	29	37	0.54	39.6	321	17.7	150	26	0.43	7.9	64	176	41	0.80	19.0	448	30	0.57	31.7	257	433	9.8	22.6
53	24.1	22.4	448	36	45	0.97	46.1	434	21.1	99	32	0.77	8.1	77	253	41	0.80	22.7	349	37	1.02	38.0	357	610	11.5	19.7
64	27.1	25.3	349	43	51	1.48	49.9	515																769	12.0	14.4



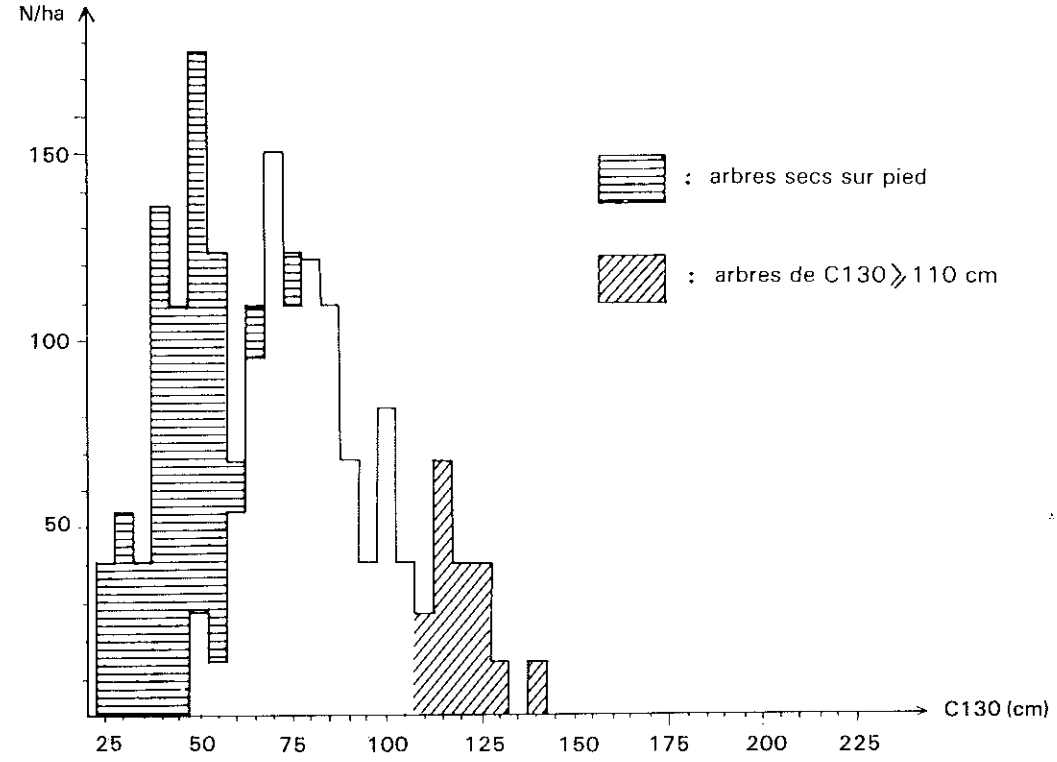
ACCROISSEMENTS MOYEN ET COURANT DU VOLUME EN FONCTION DE L'ÂGE POUR LES DIFFÉRENTES CLASSES DE PRODUCTIVITÉ

REMARQUES

L'observation des peuplements mesurés nous amène à préciser quelques points importants concernant la sylviculture de l'Épicéa de Sitka en Bretagne.

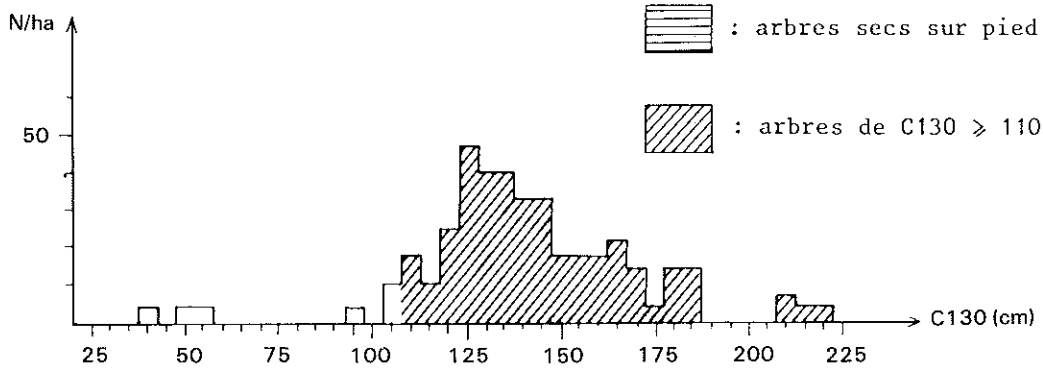
— **Effet de la sylviculture**

La comparaison de deux peuplements d'âge similaire et de même classe de fertilité (27) montre l'avantage évident des éclaircies sur la production de bois de gros diamètre (figures 1 et 2 ci-dessous). La placette non éclaircie (figure 1) possède 1 116 tiges vivantes/ha et présente une mortalité élevée (680 tiges/ha) et n'a que 205 tiges de plus de 110 de circonférence (ce qui correspond à un arbre d'environ 1 m³) contre 386 pour la placette éclaircie (figure 2) qui possède donc un volume de sciage beaucoup plus important réparti sur 409 tiges vivantes/ha (volume de l'arbre moyen = 2.02 m³ contre 0.85 m³ dans la placette non éclaircie).



Age	HO	N° classe productivité	Densité initiale	N	CG	CO	G	V	S % (1)	H/D	V.TOT.
40	31.4	27	1973	1 116	89	126	70	943	10,2	105	1 072

Figure 1 : Distribution des tiges par classes de circonférence et données dendrométriques - Peuplement non éclairci



Age	HO	N° classe productivité	Densité initiale	N	CG	CO	G	V	S % (1)	H/D	V.TOT.
43	32.3	27	1 800	409	143	178	67	825	16.5	65	1 027

Figure 2 : Distribution des tiges par classe de circonférence et données dendrométriques - Peuplement éclairci

(1) S % = facteur d'espacement de Hart Becking = $\frac{10\,746}{HO\sqrt{N}}$

Photo F. COURBET

Peuplement non éclairci de la figure 1. Remarquer le faible diamètre des tiges. Volume de l'arbre moyen 0,85 m³ à 40 ans. Classe de productivité 27.

Photo F. COURBET

Peuplement éclairci de la figure 2. Volume de l'arbre moyen 2,02 m³ à 43 ans. Classe de productivité 27.

— **Stabilité des peuplements**

La Bretagne présente en certaines zones des risques élevés de chablis : régions mal abritées du vent, sols hydromorphes ou dégradés qui favorisent l'enracinement superficiel traçant de l'Épicéa de Sitka. Ce fait milite encore en faveur d'une sylviculture aux éclaircies précoces et fortes.

Le coefficient d'élancement $\frac{H}{DG}$ $\left(\frac{\text{Hauteur moyenne}}{\text{Diamètre moyen}}\right)$ est un bon indicateur de la stabilité des peuplements. On s'accorde à penser que les peuplements dont le rapport H/DG est inférieur à 80 présentent des risques faibles de chablis. Ceux donnés par les tables varient de 56 à 68. Le peuplement de la figure 1 présente un rapport H/D = 105 contre 65 pour le peuplement de la figure 2.

— **Nécessité de l'élagage artificiel**

Il est illusoire d'espérer un élagage naturel chez l'Épicéa de Sitka. On recommande un élagage de pénétration à 2 m effectué au moment de la première éclaircie systématique. Celui-ci ne concernera que les tiges restantes après ce cloisonnement pour faciliter la pénétration lors du marquage de l'éclaircie suivante. Un deuxième élagage à 6 m sur les 350 plus beaux sujets pourra être réalisé entre la deuxième et la troisième éclaircie.

Photo F. COURBET

L'élagage naturel chez l'épicéa de Sitka est une illusion... même sur des sujets de 47 ans à branches fines.

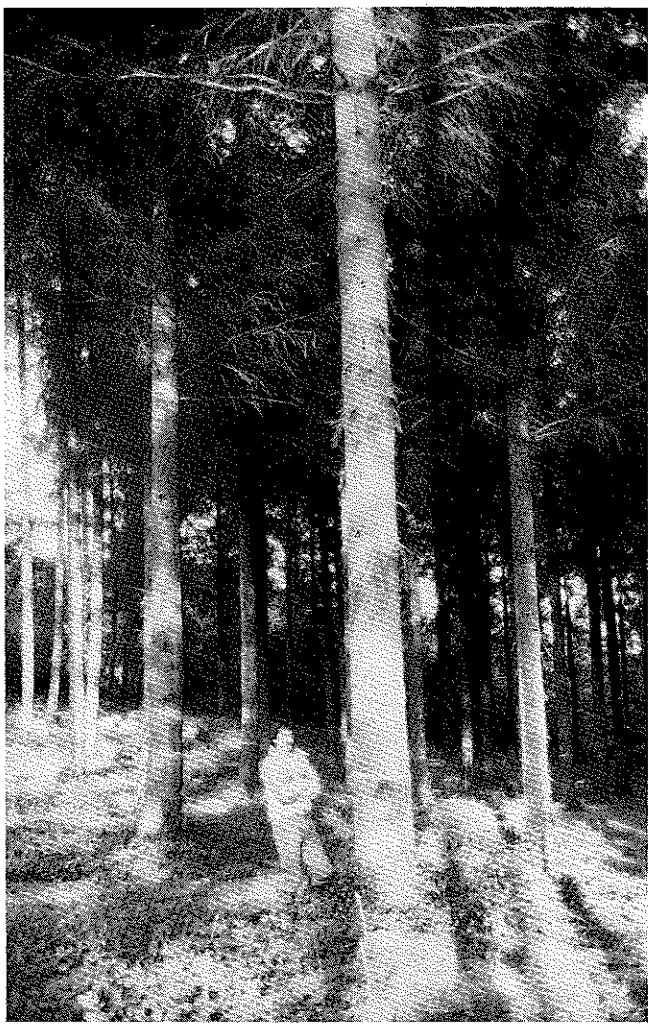


Photo F. COURBET

Arbres de 33 ans élagués à 6 m. Remarquer la présence de gourmands sur les troncs éclairés.

— **Protection phytosanitaire**

Le principal agent pathogène de l'Épicéa de Sitka en Bretagne reste un champignon, *Fomes annosus,* qui provoque la pourriture rouge du cœur. Elle s'étend en diamètre et en hauteur sur 5 ou 6 mètres ce qui rend inutilisable la partie commercialement la plus intéressante. Elle ne provoque pas la mort de l'arbre.

La lutte ne peut être que préventive. Elle consiste à badigeonner les souches indemnes immédiatement après l'éclaircie par une solution à base d'urée (PERLUREE) à dissoudre dans l'eau à raison de 200 g/l. Le bûcheron est le mieux placé pour faire ce travail. L'adjonction d'un colorant dans la solution (TURQUOISE LISSAMINE AN) permet le contrôle des souches traitées. Le faible coût et le peu de contraintes qu'impose le traitement sont sans commune mesure avec les pertes financières résultant de l'infection d'un peuplement. Les efforts du reboiseur peuvent être anéantis. De plus, cette attaque condamne les reboisements d'Épicéa de Sitka de deuxième génération s'il n'y a pas eu dessouchage.

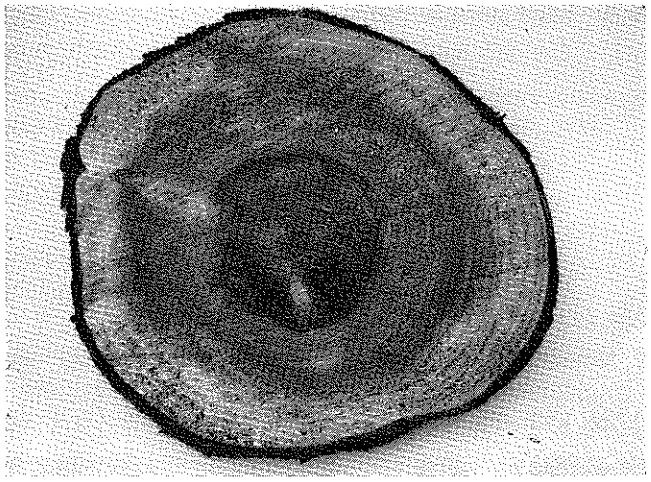


Photo G. PICHARD

Arbre de deuxième éclaircie infesté par Fomes annosus. Noter le stade déjà avancé ; on distingue du centre vers la périphérie : une zone centrale plus sombre de pourriture, une zone intermédiaire de bois coloré échauffé, la zone extérieure plus claire de bois sain.

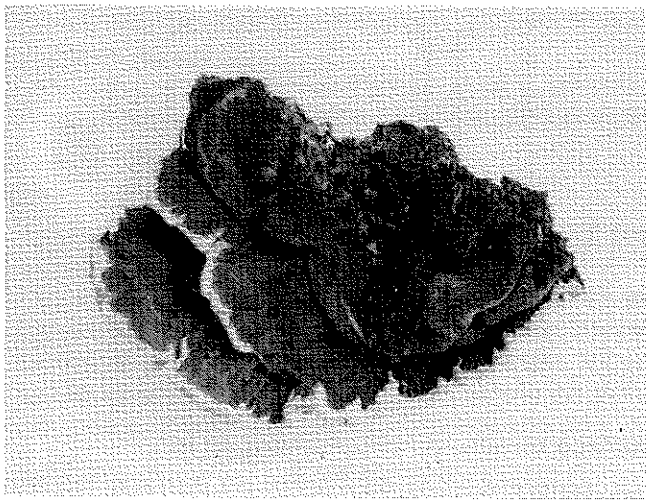


Photo G. PICHARD

Vue d'une fructification de Fomes annosus. Face supérieure.

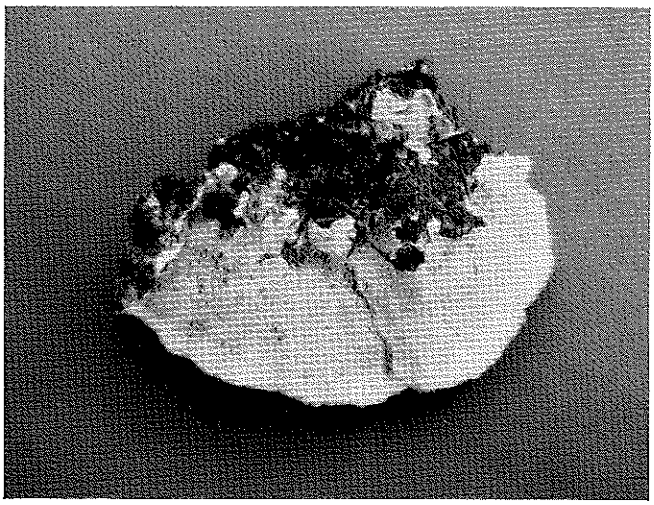


Photo G. PICHARD

Vue d'une fructification de Fomes annosus. Face inférieure fertile.

4.3 **Prévisions - calculs de disponibilité**

Les tables de production permettent d'établir des prévisions. Elles sont un outil intéressant pour évaluer la production d'une forêt, établir une expertise ou apprécier la rentabilité d'un reboisement. Elles donnent un certain nombre d'indications précieuses pour les études de ressource.

Bien entendu, ces évaluations ne peuvent être faites sans précautions. Il n'est pas possible de rapporter les chiffres de production obtenus à l'échelle d'une forêt ou de surfaces cadastrales sans correction préalable. Une estimation des surfaces improductives et des surfaces de chaque classe de productivité présente peut être obtenue par échantillonnage systématique, en fonction de la densité des points de sondage et du pourcentage de points tombant dans les différents types de peuplement. Les tables se prêtent bien à un usage répété qui n'introduit pas de biais.

4.4 Tarif peuplement

Un des intérêts des tables de production est qu'elles contiennent un tarif de cubage peuplement. Nous avons calculé une relation entre le rapport $\frac{V}{G}$ et la hauteur moyenne H.

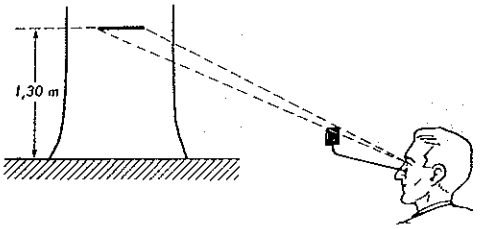
$$\frac{V}{G} = 0.511H - 0.0022H^2 - 0.41$$

L'estimation de la hauteur moyenne H (m) et de la surface terrière à l'hectare G (m^2) permet de calculer le volume bois fort à l'hectare (m^3).

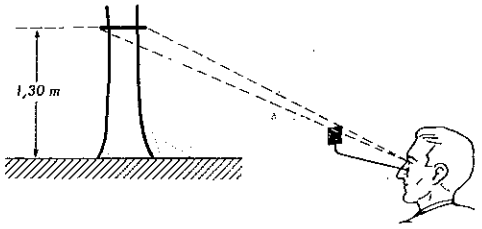
Estimation de la surface terrière G : sur une surface connue et délimitée (de 10 à 25 ares) on fera l'inventaire de la totalité des arbres (à partir de 15 cm de circonférence) par classe de circonférence à 1.30 m (un arbre fait partie de la classe 40 si sa circonférence est comprise entre 37.5 et 42.49 cm). La surface terrière est obtenue en calculant la surface de la section des arbres à 1.30 m ($\frac{C^2}{4\pi}$). Il suffit de la rapporter ensuite à l'hectare.

— Plus simplement mais moins précisément : on peut confectionner au bout d'une ficelle ou d'une baguette de 50 cm, une plaquette de 1 cm de côté, l'autre extrémité sera appuyée sous l'œil de l'observateur.

Placé en un point quelconque du peuplement, l'observateur vise successivement à hauteur d'homme les troncs d'arbres qui l'entourent en ne comptant que les arbres pour lesquels la projection de la plaquette est plus petite que le diamètre apparent du tronc :



Arbre compté



Arbre non compté

Le nombre d'arbres comptés est alors égal à la surface terrière du peuplement en m^2.

Estimation de la hauteur moyenne H : on calcule la circonférence CG de l'arbre de surface terrière moyenne $CG = 100\sqrt{\frac{4\pi G}{N}}$ (G en m^2 et CG en cm). On prendra ensuite la hauteur totale au dendromètre de plusieurs arbres échantillons (5 au moins) de circonférence voisine de CG : la moyenne de toutes les hauteurs prises est égale à la hauteur moyenne du peuplement. Il suffit ensuite d'appliquer la formule ou de rechercher dans le tableau joint le volume en fonction de H et G.

Exemple :

Pour un peuplement de 40 m^2 de surface terrière et 384 tiges à l'hectare la circonférence moyenne Cg est égale à $100\sqrt{\frac{4\pi \times 39}{384}} = 114.4$ cm.

Les hauteurs totales de six arbres échantillons de la classe 115 sont les suivantes :

21.60 m ; 21.50 m ; 23.75 m ; 22.10 m ; 22.50 m ; 20.50 m soit une hauteur moyenne H = 21.99 m

Le tableau page 21 donne le volume à l'hectare d'un peuplement de 39 m^2 de surface terrière et 22 m de hauteur moyenne V = 381 m^3/ha.

L'utilisation de la formule avec les chiffres exacts nous donne : V = 391 m^3/ha.

Le tarif peuplement donne des chiffres moins précis que le tarif individuel à deux entrées appliqué à chacune des classes de circonférence d'un peuplement (cf. TARIFS DE CUBAGE POUR L'EPICEA DE SITKA EN BRETAGNE — Mode d'emploi et précautions d'utilisation — C.R.P.F. de Bretagne COURBET - PICHARD 1986). Il ne peut être utilisé qu'à titre indicatif et non pour une utilisation commerciale.

Volume géométrique tige bois fort à l'hectare en m³
en fonction de la hauteur moyenne H en m et de la surface terrière G en m²

H \ G	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60	63	66	69	72	75	78	81	84	87	90	93
7	28	37	46	55	64	73	83	92																					
8	32	42	53	64	74	85	96	106	117																				
9		48	60	72	84	96	108	120	132	144																			
10		54	67	81	94	108	121	134	148	161	175																		
11			74	89	104	119	134	148	163	178	193	207	223																
12			81	97	114	130	146	162	178	195	211	227	243	259															
13				106	123	141	158	176	193	211	229	246	264	281	299														
14				114	133	152	170	189	208	227	246	265	284	303	322	341													
15				122	142	162	183	203	223	243	264	284	304	324	345	365													
16					151	173	194	216	238	259	281	303	324	346	367	388	411												
17						183	206	229	252	275	298	321	344	367	390	413	436												
18							218	242	266	291	315	339	363	388	412	436	460	484											
19							230	255	281	306	332	357	383	408	434	459	485	510											
20								268	295	321	348	375	401	429	455	482	509	536	563										
21								281	309	337	365	393	421	449	477	505	533	561	589										
22									322	351	381	410	440	469	498	527	557	586	615	645									
23										366	397	428	458	488	519	550	580	611	641	672									
24										381	413	445	476	508	540	572	603	635	667	699	730								
25										396	429	462	495	528	560	593	626	659	692	725	758	791							
26											444	478	512	547	581	615	649	683	717	752	786	820	854						
27											460	495	530	566	601	636	672	707	742	778	813	848	884	919					
28												511	548	584	621	657	694	730	767	803	840	876	913	950	986				
29												527	565	603	640	678	716	754	791	829	867	904	942	980	1017				
30													582	621	660	699	738	776	815	854	893	932	970	1009	1048	1087			
31													599	639	679	719	759	799	839	879	919	959	999	1038	1079	1119			
32													616	657	698	739	780	821	862	903	945	986	1027	1068	1108	1150	1191		
33														675	717	759	801	843	886	928	970	1012	1054	1096	1139	1181	1223	1265	
34														692	735	779	822	865	909	952	995	1038	1082	1125	1168	1211	1255	1298	
35															754	798	842	887	931	975	1019	1064	1108	1153	1197	1242	1286	1330	1375

TABLE DES MATIÈRES

page

Avant propos 3
1. Présentation 5
2. Construction 6
3. Domaine de validité 6
3.1. Dans quels peuplements ? 6
3.2. Valeur des résultats 7
4. Mode d'emploi et principales utilisations des tables 8
4.1. Détermination de la productivité des peuplements 8
4.2. Modèle de sylviculture 9
Courbes de croissance en hauteur dominante 10
Tables de production classes 30 et 27 11
Tables de production classes 24 et 21 12
Tables de production classes 18 et 15 13
Table de production classe 12 14
Courbes d'accroissements moyen et courant 15
Remarques 16
Effet de la sylviculture 16
Stabilité des peuplements 17
Nécessité de l'élagage artificiel 18
Protection phytosanitaire 18
4.3. Prévision - calculs de disponibilité 19
4.4. Tarif peuplement 20
Tableau des volumes 21